

В. М. ДЕМИНА, канд. техн. наук

ВИДЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ И ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

В статті розглянуто деякі елементи теорії виміру знань. Наведено фактори, що можуть вплинути на вимір знань: методика представлення відповідей при автоматизованому контролі та спосіб організації системи контролю знань.

Введение. Дальнейшее развитие высшей школы Украины предусматривает внедрение в процесс обучения новых концепций и технологий. Наряду с развитием и совершенствованием традиционных – очных форм обучения, всё большее развитие получают методы дистанционного обучения, которые обеспечиваются применением новейших информационных технологий, прогрессом средств телекоммуникации и компьютерных средств обучения [1].

Несмотря на то, что очное обучение признается лучшим по качеству, оно – наиболее затратное. Кроме этого при очном образовании преподавателям приходится вести занятия с большими группами обучаемых. В этих условиях возможность учета индивидуальных особенностей и дифференцированный подход к каждому из них снижаются. Поэтому наиболее доступным способом получения высшего образования становится дистанционное. Традиционный контроль либо расточителен по времени, либо он не полон. Практика показала, что при всех формах обучения текущий контроль, осуществляемый параллельно для всех обучаемых – наиболее эффективен [2]. Для этой цели хорошо подходят разнообразные автоматизированные системы тестирования знаний.

Постановка задачи. Во многих автоматизированных системах контроля знаний [3] отсутствует обоснованная система параметров, по которым следует оценивать уровень усвоения знаний. Возникает проблема, каким образом измерить знания, чтобы уменьшить расхождение результатов оценивания при автоматизированном и традиционном контроле с личным участием преподавателя.

Основной материал. Итоговая оценка зависит от многих параметров автоматизированной контролирующей системы. Существуют факторы, которые могут повлиять на измерение знаний. Одним из них является методика представления ответов при автоматизированном контроле. Задания теста должны быть сформулированы таким образом, чтобы ответ, полученный в результате, был бы однозначным. Чтобы выдержать данное требование в задании теста вносится подсказка, что приводит к угадыванию ответа, а это, в свою очередь, к завышению оценки. И наоборот, неверное толкование обучаемым поставленного вопроса приводит к нежелательной ошибке и занижению итоговой оценки. В автоматизированных системах тестирования знаний можно выделить три основных аспекта [4] представления ответов.

Первый из них связан с методикой представления ответов. Можно выделить четыре независимых способа представления, различающихся по этому признаку [5, 6, 7]: 1) альтернативный метод, 2) выборочно-конструируемый метод, 3) метод открытого вопроса, 4) метод конструируемых ответов.

Второй аспект связан со способом представления обучаемому вопросов и ответов, а также со способом формирования контролирующих программ. Возможны следующие варианты предъявления испытуемому вопросов и ответов:

1. Одновременное проецирование всех вопросов и ответов. При этом обучаемому предъявляется одновременно весь тест в одном кадре. В этом случае имеется возможность самостоятельно выбрать порядок ответа на поставленные вопросы, что облегчает ответ на нужное количество вопросов за ограниченный промежуток времени. К недостаткам такого подхода относится перегруженность кадра информацией, а также стимуляция операции сравнения у респондентов.

2. Поочередное предъявление вопросов одновременно с ответами [8]. Этот способ технически более приемлем, но не устраняет описанных выше недостатков.

3. Поочередное представление вопросов отдельно с ответами [8, 9]. Этот способ психологически более обоснован, так как тестируемый вынужден самостоятельно формулировать ответ на поставленный вопрос.

4. Поочередное предъявление вопросов отдельно с поочередным предъявлением ответов [10]. Метод развивает преимущества предыдущих, но является избыточным по количеству кадров и не пригоден для организации контроля по выборочно-конструируемому методу.

В настоящее время получили распространение следующие способы [5, 6] формирования контрольных заданий: 1) постоянный, при котором заданное число вопросов и их последовательность не меняется [11]; 2) изменяемый, при котором изменяется последовательность вопросов [11]; 3) динамический с определенной последовательностью предъявляемых вопросов в зависимости от ответов на предыдущие вопросы, в данном подходе задания контролирующей программы разбиваются на части, каждая из которых является самостоятельной программой; 4) динамический со случайным выбором заданного числа вопросов, задания тестирующей программы разбиваются на зоны, в процессе работы компьютер по закону случайного выбора выдает испытуемому по одному вопросу из каждой зоны [10, 12].

Третий аспект измерения знаний при использовании автоматизированной системы тестирования связан со способом его организации, под которым понимается последовательность предъявления отдельных вопросов или серии вопросов одинакового или разного уровня, которая может быть поставлена в зависимости от ответов, полученных на предыдущие вопросы. Можно выделить следующие способы организации контроля:

1. По способам задания весовых коэффициентов вопросов [12, 13]: а) тесты, содержащие вопросы одного уровня сложности [10]; б) тесты, содержащие вопросы разного уровня сложности [13]; в) многоуровневые тесты, каждый из уровней содержит вопросы одного уровня сложности [12, 14].

2. По алгоритму проведения опроса [15]: а) метод с линейной программой, по которой порядок предъявления вопросов задан жестко и не зависит от получаемых ответов [16]; б) метод с разветвленной программой [14], в котором в свою очередь можно выделить следующие группы:

- метод экспериментальной адаптации, при котором программа контроля определяется по результатам каждого ответа испытуемого;
- метод сложной адаптации, при котором программа контроля определяется на основе анализа серии ответов, т. е. с учетом предыстории опроса [17];
- комбинированные методы.

Методы с разветвленной программой и с вопросами разного уровня сложности полнее других отвечают основной специальной функции контроля – закреплению обучаемыми полученных знаний.

Рассмотрим методы, составляющие первый аспект построения автоматизированной системы тестирования – методику представления ответов.

Альтернативный (выборочный) метод [18, 19], при котором на каждую контрольную порцию теста дается несколько альтернатив, из которых он должен выбрать одну или несколько. Этот метод имеет несколько разновидностей.

1. Метод вопросов [4, 10, 20, 21]. В этом случае тест содержит k вопросов, на каждый из которых имеется n вариантов ответов, причем l из них верные и $(n-l)$ неверные. Данный метод может быть прямым [4, 18] и обратным [6, 22]. При прямом методе обучаемому необходимо определить номера верных ответов. Количество верных ответов в тесте может быть в пределах от

0 до n . Целесообразно брать $l < \frac{n}{2}$, в частности, наиболее распространен вариант с $l=1$ [11]. При обратном методе испытуемому необходимо определить номера неверных ответов. В обоих случаях количество верных или неверных ответов в тесте может меняться от вопроса к вопросу.

Разновидностью данного подхода является метод вопросов с особыми ответами, содержащий среди правильных или неправильных ответов особый ответ, неверный для данного ответа, но правильный для других вопросов теста [18], и метод вопросов с незакрепленными ответами, который имеет следующие разновидности [11]: а) метод сопоставления [10, 18, 20], при котором предлагают тест, состоящий из k вопросов и n ответов ($n \geq k$), между которыми необходимо установить однозначное соответствие; б) метод ранжирования, при котором респонденту необходимо расставить ответы в определенной последовательности; в) метод классификации [21], при котором предлагается классифицировать варианты ответов. Преподавателем задается два или более класса, студент должен отнести каждый из предложенных вариантов ответов к одному классу, к двум и более классам, к одному классу из нескольких.

Разновидностью метода вопросов является метод суждений [19, 21], который отличается тем, что испытуемому необходимо указать является ли каждый из n вариантов ответов на вопрос истинным или ложным.

2. Разновидностью альтернативного метода также является метод утверждений [8, 10]. Тесты, основанные на нём, могут содержать либо k утверждений, среди которых l верных и $(k-l)$ неверных (простые тесты), либо k групп, где в каждой группе n утверждений, среди которых l верных и $(n-l)$ неверных (сложные тесты). Этот метод также может быть прямым и обратным. При прямом методе респондент определяет номера верных утверждений, а при обратном – ложных.

3. Метод дополнительных вопросов [9], который состоит в том, что помимо основных k_1 вопросов тестируемому предлагается еще одна (k_2) или две (k_2 и k_3) группы дополнительных вопросов, на каждый из которых имеется n_1 , n_2 и n_3 ответов. (Предлагать большее количество групп вопросов считается нецелесообразным.) Количество верных ответов на основные и дополнительные вопросы – l_1 , l_2 и l_3 . При оценке знаний учитывается правильность ответов по основным и дополнительным вопросам.

4. Метод логически обоснованных ответов [23], в котором помимо k вопросов и n ответов на каждый из них обучаемому предлагают дополнительно набор из m объяснений, логически обосновывающих выбор именно данного ответа на данный вопрос. Число верных ответов и верных объяснений может изменяться от вопроса к вопросу. Ответ испытуемого оценивается положительно только в случае правильного выбора, как ответа, так и объяснения. Исключая косвенную подсказку, набор объяснений предъявляется после того, как тестируемый выбрал номер правильного ответа.

5. Метод с поэтапным составлением ответов [9]. Ответ составляется в два и более этапа. Вопросы при этом формулируются в виде: «Что и каким образом изменится...?» (двухэтапный вопрос); «Что, где и каким образом изменится...?» (трехэтапный вопрос) и т. д.

6. Комбинированный метод [5]. Объединяет несколько вариантов и отличается видом общего задания, количеством готовых элементов ответов, способом их поиска и фиксации.

Выборочно-конструируемый метод. Данный метод рассмотрен и применен в работах [6, 9, 24, 25]. В отличие от альтернативного метода здесь тестируемому предъявляется не законченная конструкция ответа, а n элементов, из которых этот ответ может быть составлен. Респондент фиксирует комбинацию кодов выбранных им l элементов ($l \geq 2$). Добавление в конструируемый ответ лишних пунктов или пропуск необходимых для полного ответа оценивается неудовлетворительно.

Метод открытого вопроса [10, 11, 12, 19]. Тестируемый вводит ответ в виде числа или словосочетания, однозначно определенного в задании. Ответ испытуемого сравнивается с эталоном, который задан преподавателем. При совпадении ответ засчитывается как правильный. Недостатком данного метода является случай опечатки в ответе. Такой ответ будет воспринят как неверный.

Метод конструируемых ответов [26, 27] предполагает свободную формулировку ответа на заданный вопрос. Тестируемый вводит ответ в произвольной форме с клавиатуры. Это наиболее сложный для автоматизации вид теста. Поскольку тестируемый может ввести информацию не в том регистре, изменить количество пробелов, использовать синонимы, поменять порядок слов и т. д. Автоматическая проверка такого теста требует учета многих вариантов, и даже в этом случае остается возможность, что правильный по сути вариант будет воспринят системой как неверный.

По результатам опроса [25] можно сделать следующие выводы. По степени умственной активности респондента в процессе контроля (определяемой также отсутствием подсказки) видны преимущества конструируемого метода, а также метода открытого вопроса. Но метод открытого вопроса проигрывает, поскольку существует высокая вероятность ввода испытуемым опечатки. Окончательный выбор метода представления заданий при составлении теста осуществляется с учетом сложности технической реализации. Она максимальна для конструируемого метода, вследствие чего он не получил широкого распространения. Наибольшей популярностью пользуется альтернативный метод, как более просто реализуемый на практике.

Однако альтернативные методы имеют высокую вероятность угадывания респондентом правильных ответов. Например, для метода вопросов вероятность угадывания равна $p = 1/n$, что при $n = 8$ составляет 12,5%. Модифицированные альтернативные методы опроса имеют меньшую вероятность угадывания, которая составляет $p = 1/n_1 n_2 n_3 \dots$ и зависит от количества этапов. Например, в методе поэтапного сравнения ответов при трех этапах и $n_1 = n_2 = n_3 = 8$, $p \approx 0,2\%$. Для данного метода необходимо предусмотреть предотвращение угадывания.

Качественное отличие выборочно-конструируемого метода от представленных выше заключается в том, что уменьшение вероятности угадывания достигается без увеличения количества материала, предлагаемого для построения ответа. При выборочно-конструируемом методе $p = 1/n^l$, что при $n = 8$, $l = 3$ составляет 0,2%. К недостаткам выборочно-конструируемого метода относится сложность технической реализации устройства контроля, которая возрастает по мере увеличения количества элементов конструкции.

Для предотвращения угадывания при автоматизированном контроле знаний в работах [10, 11, 24] предложено ввести ответ «не знаю» и оценивать его «мягче», чем ошибку. Например, присвоить ему нулевой балл [10, 11] или в формулу оценивания ввести дополнительный коэффициент [24], при котором оценка R будет иметь следующий вид:

$$R = \frac{N - A - b}{N} * \frac{N - A}{N},$$
 где A – количество ошибок, b – количество ответов «не знаю», а N – количество заданий в тесте.

В работе [21] предложен вариант, когда при измерении знаний испытуемого в формуле оценивания не учитываются задания, от ответов которых обучаемый уклонился: $P = T - \frac{L}{r}$, где T – количество заданий, на которые испытуемый ответил правильно, $T = \sum_{i=1}^n \varphi_i$, где $\varphi_i \in \{0, 1\}$ – правильные ответы обучаемого ($\varphi_i = 1$); L – количество заданий, на которые испытуемый ответил ложно, $L = \sum_{j=1}^n \psi_j$, где $\psi_j \in \{0, 1\}$ – ложные ответы обучаемого ($\psi_j = 1$); n – количество заданий теста; r – количество предложенных вариантов ответов в альтернативном (выборочном) методе представления ответов, то есть число возможностей выбора.

Положительной стороной данных подходов является то, что испытуемый, не зная ответа на вопрос, не будет угадывать его среди предложенных вариантов в выборочном методе, и проблема “quessing”, ответа наугад, решена. Но даже для того испытуемого, кто не обладает достаточной информацией, возможности выбора не являются равновероятными, что вносит ограничения во множества, которые предлагаются для выбора, и способствует возникновению ошибок.

Более рациональным решением проблемы угадывания правильного ответа является подход предотвращения попытки угадывания правильного ответа, который учитывает логические связи между заданиями теста, а также структуру излагаемого преподавателем материала. Под логической структурой полученных знаний понимается совокупность элементов изложенного учебного материала и связей между ними. Наиболее подходящим объектом для описания моделей структуры учебного материала и полученных знаний является граф [28]. В этих моделях вершины графа представляют собой элементы учебного материала, а ребра – связи между ними.

На основании исследований в этой области можно выделить несколько направлений моделирования логической структуры курса. В работе [29] решена проблема построения последовательности учебного материала при автоматизированном тестировании. Для представления модели данной структуры в [30] анализируются её элементы с точки зрения их логической связанности в структуре, в [17] вводится весовой коэффициент связи между элементами, характеризующий значимость этой связи. Предложено автоматизировать создание структуры связей на основе множества вопросов для обучения. Данная структура информационной базы напрямую зависит от целей обучения, следовательно, система тестирования должна быть составной частью ОС.

В работе [31] рассматривается модель структуры учебного материала, в которой все элементы считаются однородными, а связи между ними одно-типными. Данная модель используется для изучения доступности учебного

материала. Элементами модели, описанной в работе [32] выступают учебные задачи, которые делятся на три класса. Между элементами различных классов могут существовать связи различных типов. В модель вводятся различные временные характеристики элементов структуры учебного материала, с учетом которых решается задача построения обучающей последовательности элементов на основе такой структуры учебного материала, время введения которой минимально.

В работах [31-35] предложена методика описания проверки знаний обучаемых, основанная на установлении связей между элементами. В отличие от временных либо логических связей, описанных в работе [31], а также связей, отражающих содержание усваиваемого материала, предложенных в работе [33], рассматриваются связи функционирования, проявляющиеся при выполнении задания и обеспечивающие системность знаний обучаемых. Последние используются в основном для минимизации числа заданий и отбора наиболее информативных заданий, то есть таких, по выполнению которых можно судить о знаниях на другие задания. Также данная методика применяется для удаления эквивалентных вопросов.

Выводы. При выборе методики представления вопросов, а также способа организации и использования автоматизированной системы тестирования следует разработать метод предотвращения угадывания респондентом правильных ответов. В основу этого метода следует положить проверку логической структуры знаний, отражающей структуру изложения учебной программы преподавателем. В качестве математического аппарата рационально использовать теорию графов. Следует отметить, что геометрический аспект логических связей между знаниями на задания теста («знает», «не знает» – 1 или 0) в приложении бинарных отношений и есть теория графов [28, 31, 34, 35]. Отслеживая связи между заданиями теста, возможно создание модели структуры знаний испытуемого, что позволит более точно измерить знания испытуемого в автоматизированной системе тестирования.

Список литературы:

1. Башмаков М. И. Информационная среда обучения / М. И. Башмаков, С. Н. Поздняков, Н. А. Рездник. – СПб.: Свет, 1997. – 400 с.
2. Тесля Ю. М. Інформаційна технологія автоматизованого навчання та контролю знань як елемент системи управління навчальним процесом / Ю. М. Тесля, Л. Д. Мисник, Є. Ю. Тесля // Вісн. Вінниц. політехн. ін-ту. – Вінниця, 2000. – № 3. – С. 96-99.
3. Гальперин П. Я. Психолого-педагогические проблемы программированного обучения на современном этапе / П. Я. Гальперин, З. А. Решетова, Н. Ф. Талызина. – М.: Изд-во МГУ, 1966. – 40 с.
4. Беспалько В. П. Программированное обучение: Дидакт. основы / В. П. Беспалько. – М.: Высш. шк., 1970. – 300 с.
5. Королев М. Ф. Основы программированного контроля знаний: Материалы лекций, прочит. в Политехн. музее на фак. программир. обучения / М. Ф. Королев. – М.: Знание, 1976. – 60 с.
6. Малиночка Э. Г. Организация автоматизированного контроля знаний студентов / Э. Г. Малиночка, Е. К. Марченко, В. П. Медведев // Обзор НИИВППШ. – М., 1979. – Вып. 2. – 52 с.
7. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий / В. С. Аванесов. – М., 1996. – 191 с.
8. Технические средства и новые методы обучения в НЭТИ. – Новосибирск: НЭТИ, 1970. – 39 с.
9. Михнутев А. Г. О способах стимулирования активного составления ответов в программированном контроле успеваемости по общетехническим дисциплинам / А. Г. Михнутев // Техн. сред-

ства в программир. обучении. – К., 1970. – С. 89-94. **10. Ожогин В. Я.** Исследование методических особенностей машины КИСИ-10 в режиме контроля знаний / В. Я. Ожогин, Л. И. Лошакова, Н. М. Черносвитов // Программир. обучение: Респ. межвуз. науч. сб. – К.: Либидь, 1978. – Вып. 15. – С. 23-24. **11. Зайцев С. Г.** Контроль знаний учащихся с помощью компьютера / С. Г. Зайцев, мед. колледж № 1, г. Москва/<http://www.bitpro.aha.ru/ITO/ITO98/2/zaytsev1.html>. **12. Хиргий Н. И.** Автоматизация проведения письменных вступительных экзаменов по математике / Н. И. Хиргий // Программные средства для применения в науч. исслед. и учеб. процессе: Сб. науч. тр. – Х.: ХГУ, 1992. – С. 114-122. **13. Коркишко В. В.** Алгоритмическое обеспечение автоматизированного обучающего курса «English» / В. В. Коркишко // Программир. обучение: Респ. межвуз. науч. сб. – К.: Либидь, 1988. – Вып. 25. – С. 55-61. **14. Архангельская Л. С.** Разработка и применение обучающих программ в учебном процессе на базе автоматизированных обучающих систем: Учеб. пособие / Л. С. Архангельская, В. В. Моргослепов, В. В. Савостьянов. – М.: Изд-во МАИ, 1990. – 60 с. **15. Свиридов А. П.** Основы статистической теории обучения и контроля знаний: Метод. пособие / А. П. Свиридов. – М.: Высш. шк., 1981. – 262 с. **16. Abrahams J. R.** Experience with a computer-assisted training system / J. R. Abrahams, G. de Wolf // Information processing 77: Proc. V-th Conf. IFIP. – Amsterdam, 1977. – P. 601-605. **17. Тесля Ю. Н.** Самоорганизация структурных связей в системах контроля знаний и обучения / Ю. Н. Тесля // Программир. обучение: Респ. межвуз. науч. сб. – К.: Либидь, 1984. – Вып. 21. – С. 92-94. **18. Иловайский Л. В.** Теория и практика программированного опроса / Л. В. Иловайский, Н. У. Койда, В. А. Гутковский и др. – Минск: Вышэйшая шк., 1967. – 107 с. **19. Ришар Ж. Ф.** Оценка приближенных знаний и спонтанная процедура решения задач студентами / Ж. Ф. Ришар, А. Бейл-Барс, Э. Козиналь // Психолог. основы программир. обучения: Сб. ст. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – С. 52-64. **20. Беспалько В. П.** Теория учебника: Дидакт. аспект / В. П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1988. – 160 с. **21. Фабр Ж. М.** Процедура автоматизированной оценки знаний / Ж. М. Фабр, Ж. Нуазе // Психолог. основы программир. обучения: Сб. ст. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – С. 66-90. **22. Забара Е. В.** Программированное обучение студентов языкам общения с ЭВМ / Е. В. Забара, Е. Д. Моргулис // Программир. обучение: Респ. межвуз. науч. сб. – К.: Либидь, 1984. – Вып. 21. – С. 103-109. **23. Константинов В. И.** Вопросы теории и практики стандартизованного контроля знаний / В. И. Константинов. – Воронеж: ВПИ, 1973. – 128 с. **24. Корнейчук В. И.** О программированном контроле знаний с помощью ЦВМ / В. И. Корнейчук, Г. С. Тодоров, В. Н. Сороко // Программир. обучение: Респ. межвуз. науч. сб. – К.: Либидь, 1978. – Вып. 15. – С. 92-97. **25. Денгин Г. Д.** Повышение качества контрольно-обучающих программ методом линеаризации графических программ / Г. Д. Денгин, А. И. Кузин // Практика и анализ программир. контроля знаний студентов. – М.: НИИПВШ, 1976. – С. 3-18. **26. Панфилов С. А.** Контроль знаний на ЭВМ: Учеб. пособие / С. А. Панфилов. – Саранск: Мордов. ун-т, 1987. – 76 с. **27. Абрамов В. Г.** ДИЛОС – диалоговая система для взаимодействия с ЭВМ на естественном языке / В. Г. Абрамов, В. М. Брябрин, М. Г. Пхovelishvili. – М.: ВЦ АН СССР, 1979. – 170 с. **28. Фрайнт И. К.** Применение теории графов для анализа логической структуры учебного материала / И. К. Фрайнт // Проблемы пед. измерений: Сб. науч. тр. – М.: МГПИ, 1984. – С. 4-11. **29. Моргунов И. Б.** Аналитические методы исслед. учебных программ / И. Б. Моргунов // Изв. вузов. Электромеханика. – 1965. – № 12. – С. 1317-1323. **30. Нетушил А. В.** Об оптимальной структуре изложения учебного материала / А. В. Нетушил, А. В. Никитин // Изв. вузов. Электромеханика. – 1969. – № 2. – С. 137-144. **31. Сохор А. М.** Логическая структура учебного материала / А. М. Сохор. – М.: Педагогика, 1974. – 192 с. **32. Логвинов И. И.** Имитационное моделирование учебных программ / И. И. Логвинов. – М.: Педагогика, 1980. – 127 с. **33. Львовский В. А.** Развитие контрольно-оценочных действий студентов в условиях использования новых информационных технологий обучения / В. А. Львовский // Программир. обучение: Респ. межвуз. науч. сб. – К.: Либидь, 1990. – Вып. 27. – С. 62-69. **34. Томас К.** Перспективы программированного обучения (Руководство по составлению программ) / К. Томас, Дж. Дэвис, Д. Опеншоу и др. – М.: Мир, 1966. – 247 с. **35. Сорокин Н. А.** Дидактика: Учеб. пособие / Н. А. Сорокин. – М.: Просвещение, 1974. – 224 с.

Поступила в редколлегию 02.12.05